

⑫ 公開特許公報 (A) 平2-30915

⑬ Int.Cl.⁵F 01 N 3/20
F 02 D 41/14

識別記号

3 1 0 C
K

府内整理番号

7910-3G
8612-3G

⑭ 公開 平成2年(1990)2月1日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全19頁)

⑮ 発明の名称 内燃機関の触媒劣化判別装置

⑯ 特願 昭63-179155

⑰ 出願 昭63(1988)7月20日

⑱ 発明者 泉 谷 尚秀	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑲ 発明者 別所 博則	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
⑳ 発明者 大沢 幸一	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
㉑ 発明者 星 星一	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
㉒ 発明者 古橋 道雄	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
㉓ 発明者 澤本 広幸	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
㉔ 発明者 園田 幸弘	愛知県豊田市トヨタ町1番地	トヨタ自動車株式会社内
㉕ 出願人 トヨタ自動車株式会社	愛知県豊田市トヨタ町1番地	
㉖ 代理人 弁理士 青木 朗	外4名	

明細書

1. 発明の名称

内燃機関の触媒劣化判別装置

2. 特許請求の範囲

1. 内燃機関の排気通路に設けられた三元触媒
(12) と、該三元触媒の上流側の排気通路に設けられ、前記機関の空燃比を検出する上流側空燃比センサ
(13) と、前記三元触媒の排気通路の下流側に設けられ、前記機関の空燃比を検出する下流側空燃比センサ
(15) と、

前記上流側空燃比センサの出力および前記下流側空燃比センサの出力に応じて前記機関の空燃比の調整する空燃比調整手段と、

前記下流側空燃比センサの出力のリーンからリッチへあるいはリッチからリーンへの反転を判別する反転判別手段と、

前記機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリッチ運転状態への遷移を判別する理論空燃比／

リッチ運転状態遷移判別手段と、

前記機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリッチ運転状態への遷移した際から、前記下流側空燃比センサの出力がリーンからリッチへ反転するまでの時間を計測する時間計測手段と、

該計測された時間が所定時間以下のときに前記三元触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と

を具備する内燃機関の触媒劣化判定装置。

2. 請求項1の装置において、

前記理論空燃比／リッチ運転状態遷移判別手段の代りに、

前記機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリーン運転状態への遷移を判別する理論空燃比／リーン運転状態遷移判別手段を設け、

前記時間計測手段は前記機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリーン運転状態への遷移した際から、前記下流側空燃比センサの出力がリッチからリーンへ反転するまでの時間を計測するようにした内燃機関の触媒劣化判別装置。

3. 内燃機関の排気通路に設けられた三元触媒(12)と、

該三元触媒の上流側の排気通路に設けられ、前記機関の空燃比を検出する上流側空燃比センサ(13)と、

前記三元触媒の排気通路の下流側に設けられ、前記機関の空燃比を検出する下流側空燃比センサ(15)と、

前記上流側空燃比センサの出力および前記下流側空燃比センサの出力に応じて前記機関の空燃比の調整する空燃比調整手段と、

前記下流側空燃比センサの出力のリッチからリーンへもしくはリーンからリッチへの反転を判別する反転判断手段と、

前記機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリッチ運転状態への遷移を判別する理論空燃比／リッチ運転状態遷移選別手段と、

前記機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリッチ運転状態への遷移した際から、前記下流側空燃比センサの出力がリーンからリッチへ反転す

るまでの第1の時間を計測する第1の時間計測手段と、

前記機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリーン運転状態への遷移を判別する理論空燃比リーン運転状態遷移判別手段と、

前記機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリーン運転状態への遷移した際から、前記下流側空燃比センサの出力がリッチからリーンへ反転するまでの第2の時間を計測する第2の時間計測手段と、

該計測された第1、第2の時間の和が所定時間以下のときに前記三元触媒が劣化したと判別する触媒劣化判別手段と

を具備する内燃機関の触媒劣化判定装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は触媒コンバータの上流側、下流側に空燃比センサ(本明細書では、酸素濃度センサ(〇₂センサ))を設けたダブル空燃比センサシステムにおける触媒劣化判別装置に関する。

〔従来の技術〕

単なる空燃比フィードバック制御(シングル〇₂センサシステム)では、酸素濃度を検出する〇₂センサができるだけ燃焼室に近い排気系の箇所、すなわち触媒コンバータより上流である排気マニホールドの集合部分に設けているが、〇₂センサの出力特性のばらつきのために空燃比の制御精度の改善に支障が生じている。かかる〇₂センサの出力特性のばらつきおよび燃料噴射弁等の部品のばらつき、経時あるいは毎年的変化を補償するために、触媒コンバータの下流に第2の〇₂センサを設け、上流側〇₂センサによる空燃比フィードバック制御に加えて下流側〇₂センサによる空燃比フィードバック制御を行うダブル〇₂センサシステムが既に提案されている(参照:特開昭58-72647号公報)。このダブル〇₂センサシステムでは、触媒コンバータの下流側に設けられた〇₂センサは、上流側〇₂センサに比較して、低い応答速度を有するものの、次の理由により出力特性のばらつきが小さいという利点を有している。

(1) 触媒コンバータの下流では、排気温が低いので熱的影響が少ない。

(2) 触媒コンバータの下流では、種々の毒が触媒にトラップされているので下流側〇₂センサの被毒量は少ない。

(3) 触媒コンバータの下流では排気ガスは十分に混合されており、しかも、排気ガス中の酸素濃度は平衡状態に近い値になっている。

従って、上述のごとく、2つの〇₂センサの出力にもとづく空燃比フィードバック制御(ダブル〇₂センサシステム)により、上流側〇₂センサの出力特性のばらつきを下流側〇₂センサにより吸収できる。実際に、第2図に示すように、シングル〇₂センサシステムでは、〇₂センサの出力特性が悪化した場合には、排気エミッション特性に直接影響するのに対し、ダブル〇₂センサシステムでは、上流側〇₂センサの出力特性が悪化しても、排気エミッション特性は悪化しない。つまり、ダブル〇₂センサシステムにおいては、下流側〇₂センサが安定な出力特性を維持している限

り、良好な排気エミッションが保証される。

触媒コンバータの触媒は車両を通常考えられる使用条件の範囲内で使用されている限り、その機能が著しく低下しないように設計されている。しかし、ユーザが燃料を誤って有鉛ガソリンを入れてしまうとか、使用中に何らかの原因でハイテンションコードが抜け失火してしまう場合には、触媒の機能は著しく低下することがある。前者の場合には、ユーザは全く気付かず、また、後者の場合にはハイテンションコードを挿入し直せばよいので触媒を交換することはまずない。この結果、触媒コンバータが充分に排気ガスを浄化しないまま、走行されることがある。

しかしながら、上述のダブルO₂センサシステムにおいては、上述のごとく、触媒の機能が劣化すると、HC、CO、H₂等の未燃ガスの影響を受け、下流側O₂センサの出力特性は劣化する。すなわち、下流側O₂センサの出力の反転回数が大きくなり、この結果、下流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御に乱れを生じさせ、良好な空

燃比が得られなくなり、この結果、燃費の悪化、ドライバビリティの悪化、HC、CO、NO_xエミッションの悪化等を招くという問題点がある。

このため、本願出願人は、既に、上、下流側O₂センサの出力周期の比較、下流側O₂センサの出力周期、あるいは単位時間当りの下流側O₂センサの出力の反転回数により触媒の劣化を検出することを提案している（参考：特明昭61-286550号公報、特願昭61-241489号）。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上述の触媒劣化判別システムにおいては、上流側O₂センサおよび下流側O₂センサによる空燃比フィードバック制御中において行われるために、O₂センサの出力特性の変化分もO₂センサの出力に含まれ、従って、触媒劣化のみを判別することが困難であるという課題があった。また、上、下流側O₂センサの出力周期の比較の場合には、上流側O₂センサの出力周期が1sのオーダ、下流側O₂センサの出力周期が1minの

オーダであり、触媒が焼損に近い状態のみしか判別できないという課題があった。

なお、シングルO₂センサシステムにおいては、触媒の劣化そのものが判別不可能である。

従って、本発明の目的は、ダブルO₂センサシステムにおける誤判別を防止した触媒劣化判別システムを提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上述の課題を解決するための手段は、第1A図、第1B図、第1C図に示される。

第1A図においては、内燃機関の排気通路に設けられた三元触媒CC₁の上流側の排気通路には、機関の空燃比を検出する上流側空燃比センサが設けられ、また、三元触媒CC₁の下流側の排気通路には、機関の空燃比を検出する下流側空燃比センサが設けられている。空燃比調整手段は上流側空燃比センサの出力V₁および下流側空燃比センサの出力V₂に応じて機関の空燃比の調整する。反転判別手段は下流側空燃比センサの出力のリッチ

からリーンへもしくはリーンからリッチへの反転を判別する。他方、理論空燃比／リーン運転状態遷移判別手段は機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリッチ運転状態への遷移を判別する。この結果、時間計測手段は機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリッチ運転状態への遷移した際に、下流側空燃比センサの出力V₂がリーンからリッチへ反転するまでの時間T_Aを計測し、触媒劣化判別手段は計測された時間T_Aが所定時間以下のときに三元触媒が劣化したと判別するようにしたものである。

第1B図においては、第1A図の理論空燃比／リッチ運転状態遷移判別手段の代りに、機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリーン運転状態への遷移を判別する理論空燃比／リーン運転状態遷移判別手段を設け、時間計測手段は機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリーン運転状態への遷移した際に、下流側空燃比センサの出力V₂がリッチからリーンへ反転するまでの時間T_Bを計測する。この場合、触媒劣化判別手段は時間

T Bが所定時間以下のときに三元触媒が劣化したと判別する。

第1C図においては、第1A図、第1B図の構成要素を合体させたものである。すなわち、第1の時間計測手段は機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリッチ運転状態への遷移した際から、下流側空燃比センサの出力V₁がリーンからリッチへ反転するまでの第1の時間T Aを計測し、第2の時間計測手段は、機関の運転状態が理論空燃比運転状態からリーン運転状態への遷移した際から、下流側空燃比センサの出力V₂がリッチからリーンへ反転するまでの第2の時間T Bを計測する。そして、触媒劣化判別手段は計測された第1、第2の時間の和T A + T Bが所定時間以下のときに三元触媒が劣化したと判別するものである。

〔作用〕

第1A図の手段によれば、機関が理論空燃比運転状態により三元触媒のある程度のO₂ストレージ状態を確認した後に、機関がリッチ状態たとえ

ば出力増量状態もしくはOTP増量状態への強制的な移行の際の三元触媒からのO₂掲出し時間T Aを計測することにより三元触媒の最大O₂ストレージ量を間接的に計測する。

第1B図の手段によれば、機関が理論空燃比運転状態により三元触媒のある程度のO₂ストレージ状態を確認した後に、機関がリーン状態たとえば燃料カット状態への強制的な移行の際の三元触媒へのO₂ストレージ時間T Bを計測することにより三元触媒の最大O₂ストレージ量を間接的に計測する。

第1C図の手段によれば、第1A図の手段における三元触媒のO₂掲出し時間T Aと第1B図の手段における三元触媒のO₂ストレージ時間T Bとの和により三元触媒の最大O₂ストレージ量を間接的に計測する。

以上の第1A図～第1C図の手段による三元触媒の最大O₂ストレージ量を間接的に計測することにより三元触媒の劣化度を推定する。

〔実施例〕

始めに、三元触媒のO₂ストレージ効果について説明すると、三元触媒はNO_x、CO、HCを同時に浄化するものであり、その浄化率 η を第3図の一点錆線に示すように、理論空燃比($\lambda = 1$)よりリッチ側ではNO_xの浄化率が大きく、リーン側ではCO、HCの浄化率が大きい(HCは図示しないが、COと同一傾向である)。この場合、三元触媒は、空燃比がリーンのときにはO₂を吸込み、空燃比がリッチになったときにCO、HCを吸込んでリーンのときに吸込まれたO₂と反応せしめるというO₂ストレージ効果を有し、空燃比フィードバック制御はこのようなO₂ストレージ効果を積極的に利用するため、最適な周波数、振幅で空燃比を制御させるようにしている。一般に、三元触媒は新品であればそのO₂ストレージ効果は大きく、従って、第3図の実験に示すように、空燃比フィードバック制御時には浄化率 η は向上し、要求浄化率 η を η とすれば、制御可能な空燃比ウインドウ w は実質的に広く($w = w_1$)なる。し

かし、三元触媒が劣化すると、そのO₂ストレージ効果は小さくなり、従って、第3図の一点錆線に示すごとく、空燃比ウインドウ w は非常に狭くなり($w = w_2$)、従って、理論空燃比に対する空燃比フィードバック制御も、本来、この範囲(w_2)で行わなければならない。この結果、HC、CO、NO_xエミッションの増大を招く。

第4図は本発明に係る内燃機関の空燃比制御装置の一実施例を示す全体概要図である。第4図において、機関本体1の吸気通路2にはエアフローメータ3が設けられている。エアフローメータ3は吸入空気量を直接計測するものであって、ボテンショメータを内蔵して吸入空気量に比例したアナログ電圧の出力信号を発生する。この出力信号は制御回路10のマルチプレクサ内蔵A/D変換器101に供給されている。ディストリビューター4には、その軸がたとえばクランク角に換算して720°毎に基準位置検出用パルス信号を発生するクランク角センサ5およびクランク角に換算して30°毎に基準位置検出用パルス信号を発生する

クランク角センサ6が設けられている。これらクランク角センサ5・6のパルス信号は制御回路10の入出力インターフェイス102に供給され、このうち、クランク角センサ6の出力はCPU103の割込み端子に供給される。

さらに、吸気通路2には各気筒毎に燃料供給系から加圧燃料を吸気ポートへ供給するための燃料噴射弁7が設けられている。

また、機関本体1のシリンダーブロックのウォータージャケット8には、冷却水の温度を検出するための水温センサ9が設けられている。水温センサ9は冷却水の温度T_H_Wに応じたアナログ電圧の電気信号を発生する。この出力もA/D変換器101に供給されている。

排気マニホールド11より下流に排気系には、排気ガス中の3つの有害成分HC・CO・NO_xを同時に浄化する三元触媒を収容する触媒コンバータ12が設けられている。

排気マニホールド11には、すなわち触媒コンバータ12の上流側には第1のO₂センサ13が

設けられ、触媒コンバータ12の下流側の排気管14には第2のO₂センサ15が設けられている。O₂センサ13・15は排気ガス中の酸素成分濃度に応じた電気信号を発生する。すなわち、O₂センサ13・15は空燃比が理論空燃比に対してリーン側かリッチ側かに応じて、異なる出力電圧を制御回路10でA/D変換器101に発生する。

また、吸気通路2のスロットル弁16には、スロットル弁16が全閉か否かを検出するためのアイドルスイッチ17が設けられており、この出力信号ししは制御回路10の入出力インターフェイス102に供給される。さらに、吸気通路2のスロットル弁16には、スロットル弁16がある開度たとえば70°以上のときにオンとなるフルスイッチ18が設けられており、この出力信号Vしも制御回路10の入出力インターフェイス102に供給される。

19は触媒コンバータ12の三元触媒が劣化したと判別されたときに付勢されるアラームである。

制御回路10は、たとえばマイクロコンピュー

タとして構成され、A/D変換器101、入出力インターフェイス102、CPU103の外にROM104・RAM105、バックアップRAM106、クロック発生回路107等が設けられている。

また、制御回路10において、ダウンカウンタ108、フリップフロップ109、および駆動回路110は燃料噴射弁7を制御するためのものである。すなわち、後述のルーチンにおいて、燃料噴射量TAUが演算されると、燃料噴射量TAUがダウンカウンタ108にプリセットされると共にフリップフロップ109もセットされる。この結果、駆動回路110が燃料噴射弁7の付勢を開始する。他方、ダウンカウンタ108がクロック信号(図示せず)を計数して最後にそのキャリアウト端子が“1”レベルとなったときに、フリップフロップ109がリセットされて駆動回路110は燃料噴射弁7の付勢を停止する。つまり、上述の燃料噴射量TAUだけ燃料噴射弁7は付勢され、従って、燃料噴射量TAUに応じた量の燃料が機関本体1の燃焼室に送り込まれることになる。

なお、CPU103の割込み発生は、A/D変換器101のA/D変換終了時、入出力インターフェイス102がクランク角センサ6のパルス信号を受信した時、クロック発生回路107からの割込信号を受信した時、等である。

エアフローメータ3の吸入空気量データQおよび冷却水温データT_H_Wは所定時間毎に実行されるA/D変換ルーチンによって取込まれてRAM105の所定領域に格納される。つまり、RAM105におけるデータQおよびT_H_Wは所定時間毎に更新されている。また、回転速度データNeはクランク角センサ6の30°CA毎に割込みによって演算されてRAM105の所定領域に格納される。

第5図は上流側O₂センサ13の出力にもとづいて空燃比補正計数F_A_Fを演算する第1の空燃比フィードバック制御ルーチンであって、所定時間たとえば4ms毎に実行される。

ステップ501では、上流側O₂センサ13による空燃比の閉ループ(フィードバック)条件が成立しているか否かを判別する。たとえば、冷却水

温が所定値以下の時、機関始動中、始動後増量中、暖気増量中、パワー増量中、触媒過熱防止のためOTP増量中、上流側O₂センサ13の出力信号が一度も反転していない時、燃料カット中(XFC = "1")等はいずれも閉ループ条件が不成立であり、その他の場合が閉ループ条件成立である。閉ループ条件が不成立のときには、ステップ527に進んでF A Fを閉ループ制御終了直前値とする。なお、一定値たとえば1.0としてもよい。他方、閉ループ条件成立の場合はステップ502に進む。

なお、ステップ501における燃料カットフラグXFCは第6図のルーチンにより実行される。このルーチンは所定時間たとえば4ms毎に実行され、第7図に示すような燃料カットフラグXFCを設定するためのものである。なお、第7図において、N_cは燃料カット回転速度、N_rは燃料カット復帰回転速度を示し、いずれも機関の冷却水温THWによって更新される。ステップ601では、アイドルスイッチ17の出力信号Lしが"1"か否か、すなわち、アイドル状態が否かを判別する。非ア

イドル状態であればステップ604に進み、他方、アイドル状態であれば、ステップ602に進む。ステップ602では、RAM105より回転速度N_rを読み出して燃料カット回転速度N_cと比較し、ステップ603では、燃料カット復帰回転速度N_rと比較する。この結果、N_r ≤ N_cのときにはステップ604にて燃料カットフラグXFCを"0"とし、N_r ≥ N_cのときにはステップ605に進み、燃料カットフラグXFCを"1"とする。N_r < N_cのときには、フラグXFCは以前の状態に保持されることになる。そして、ステップ606にて終了する。

第5図に戻ると、ステップ502では、上流側O₂センサ13の出力V₁をA/D変換して読み込み、ステップ503にてV₁が比較電圧V₁₁たとえば0.45V以下か否かを判別する、つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する、つまり、空燃比がリーン(V₁ ≤ V₁₁)であれば、ステップ504にてディレイカウンタCDLYが負か否かを判別し、CDLY > 0であればステップ505にてCDLYを0とし、

ステップ506に進む。ステップ506では、ディレイカウンタCDLYを1減算し、ステップ507, 508にてディレイカウンタCDLYを最小値TDLでガードする。この場合、ディレイカウンタCDLYが最小値TDLに到達したときにはステップ509にて第1の空燃比フラグF1を"0"(リーン)とする。なお、最小値TDLは上流側O₂センサ13の出力においてリッチからリーンへの変化があってもリッチ状態であるとの判断を保持するためのリーン遅延状態であって、負の値で定義される。他方、リッチ(V₁ > V₁₁)であれば、ステップ510にてディレイカウンタCDLYが正か否かを判別し、CDLY < 0であればステップ511にてCDLYを0とし、ステップ512に進む。ステップ512ではディレイカウンタCDLYを1加算し、ステップ513, 514にてディレイカウンタCDLYを最大値TDRでガードする。この場合、ディレイカウンタCDLYが最大値TDRに到達したときにはステップ515にて第1の空燃比フラグF1を"1"(リッチ)とする。なお、最大値TDRは上流側O₂センサ13の出

力においてリーンからリッチへの変化があってもリーン状態であるとの判断を保持するためのリッチ遅延時間であって、正の値で定義される。

ステップ516では、第1の空燃比フラグF1の符号が反転したか否かを判別する、すなわち遅延処理後の空燃比が反転したか否かを判別する。空燃比が反転していれば、ステップ517にて、第1の空燃比フラグF1の値により、リッチからリーンへの反転か、リーンからリッチへの反転かを判別する。リッチからリーンへの反転であれば、ステップ518にてPAP ← PAP + RSRとスキップ的に増大させ、逆に、リーンからリッチへの反転であれば、ステップ519にてPAP ← PAP - RSLとスキップ的に減少させる。つまり、スキップ処理を行う。

ステップ516にて第1の空燃比フラグF1の符号が反転していないければ、ステップ520, 521, 522にて積分処理を行う。つまり、ステップ520にて、F1 = "0"か否かを判別し、F1 = "0"(リーン)であればステップ521にてPAP ← PAP +

KIR とし、他方、 $F_1 = "1"$ (リッチ) であればステップ522 にて FAF → FAF - KIL とする。ここで、積分定数 KIR・KIL はスキップ量 RSR・RSL に比して十分小さく設定しており、つまり、 $KIR (KIL) < RSR (RSL)$ である。従って、ステップ521 はリーン状態 ($F_1 = "0"$) で燃料噴射量を徐々に増大させ、ステップ522 はリッチ状態 ($F_1 = "1"$) で燃料噴射量を徐々に減少させる。

ステップ518, 519, 521, 522 にて演算された空燃比補正係数 FAF はステップ 523・524 に最小値たとえば 0.8 にてガードされ、また、ステップ 525・526 にて最大値たとえば 1.2 にてガードされる。これにより、何らかの原因で空燃比補正係数 FAF が大きくなり過ぎ、もしくは小さくなり過ぎた場合に、その値で機関の空燃比を制御してオーバリッチ、オーバリーンになるのを防ぐ。

上述のごとく演算された FAF を RAM105 に格納して、ステップ527 にてこのルーチンは終了する。

第8図は第5図のフローチャートによる動作を

補足説明するタイミング図である。上流側 O₂ センサ 13 の出力により第8図 (A) に示すごとくリッチ、リーン判別の空燃比信号 A/F が得られると、ディレイカウンタ CDLY は、第8図 (B) に示すごとく、リッチ状態でカウントアップされ、リーン状態でカウントダウンされる。この結果、第8図 (C) に示すごとく、遅延処理された空燃比信号 A/F' (フラグ F₁ に相当) が形成される。たとえば、時刻 t₁ にて空燃比信号 A/F' がリーンからリッチに変化しても、遅延処理された空燃比信号 A/F' はリッチ遅延時間 TDR だけリーンに保持された後に時刻 t₂ にてリッチに変化する。時刻 t₃ にて空燃比信号 A/F がリッチからリーンに変化しても、遅延処理された空燃比信号 A/F' はリーン遅延時間 (-TDL) 相当だけリッチに保持された後に時刻 t₄ にてリーンに変化する。しかし空燃比信号 A/F' が時刻 t₅・t₆・t₇ のごとくリッチ遅延時間 TDR の短い期間で反転すると、ディレイカウンタ CDLY が最大値 TDR に到達するのに時間が要し、この

結果、時刻 t₈ にて遅延処理後の空燃比信号 A/F' が反転される。つまり、遅延処理後の空燃比信号 A/F' は遅延処理前の空燃比信号 A/F に比べて安定となる。このように遅延処理後の安定した空燃比信号 A/F' にもとづいて第8図 (D) に示す空燃比補正係数 FAF が得られる。

次に、下流側 O₂ センサ 15 による第2の空燃比フィードバック制御について説明する。第2の空燃比フィードバック制御としては、第1の空燃比フィードバック制御定数としてのスキップ量 RSR・RSL、積分定数 KIR・KIL、遅延時間 TDR、TDL、もしくは上流側 O₂ センサ 13 の出力 V₁ の比較電圧 V₂ を可変にするシステムと、第2の空燃比補正係数 FAF2 を導入するシステムとがある。

たとえば、リッチスキップ量 RSR を大きくすると、制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、リーンスキップ量 RSL を小さくしても制御空燃比をリッチ側に移行でき、他方、リーンスキップ量 RSL を大きくすると、制御空燃比をリーン側に移行でき、また、リッチスキップ量 RSR を小

さくしても制御空燃比をリーン側に移行できる。従って、下流側 O₂ センサ 15 の出力に応じてリッチスキップ量 RSR およびリーンスキップ量 RSL を補正することにより空燃比が制御できる。また、リッチ積分定数 KIR を大きくすると、制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、リーン積分定数 KIL を小さくしても制御空燃比をリッチ側に移行でき、他方、リーン積分定数 KIL を大きくすると、制御空燃比をリーン側に移行でき、また、リッチ積分定数 KIR を小さくしても制御空燃比をリーン側に移行できる。従って、下流側 O₂ センサ 15 の出力に応じてリッチ積分定数 KIR およびリーン積分定数 KIL を補正することにより空燃比が制御できる。リッチ遅延時間 TDR を大きくもしくはリーン遅延時間 (-TDL) を小さく設定すれば、制御空燃比はリッチ側に移行でき、逆に、リーン遅延時間 (-TDL) を大きくもしくはリッチ遅延時間 (TDR) を小さく設定すれば、制御空燃比はリーン側に移行できる。つまり、下流側 O₂ センサ 15 の出力に応

じて遅延時間 TDR・TDL を補正することにより空燃比が制御できる。さらにまた、比較電圧 V_{11} を大きくすると制御空燃比をリッチ側に移行でき、また、比較電圧 V_{11} を小さくすると制御空燃比をリーン側に移行できる。従って、下流側 O₂ センサ 15 の出力に応じて比較電圧 V_{11} を補正することにより空燃比が制御できる。

これらスキップ量、積分定数、遅延時間、比較電圧を下流側 O₂ センサによって可変とすることはそれぞれに長所がある。たとえば、遅延時間は非常に微妙な空燃比の調整が可能であり、また、スキップ量は、遅延時間のように空燃比のフィードバック周期を長くすることなくレスポンスの良い制御が可能である。従って、これら可変量は当然 2 つ以上組み合わされて用いられる。

次に、空燃比フィードバック制御定数としてのスキップ量を可変にしたダブル O₂ センサシステムについて説明する。

第 9 図は下流側 O₂ センサ 15 の出力にもとづいてスキップ量 RSR・RSL を演算する第 2 の空燃

比フィードバック制御ルーチンであって、所定時間たとえば 512ms 毎に実行される。

ステップ 901～905 では、下流側 O₂ センサ 15 による閉ループ条件か否かを判別する。たとえば、上流側 O₂ センサ 13 による閉ループ条件の不成立（ステップ 901）に加えて、冷却水温 THW が所定値（たとえば 70°C）以下のとき（ステップ 902）、スロットル弁 16 が全閉（LL = "1"）のとき（ステップ 903）、下流側 O₂ センサ 15 が活性化していないとき（ステップ 904）、軽負荷のとき ($Q/N \leq X_1$)（ステップ 905）等が閉ループ条件が不成立であり、その他の場合が閉ループ条件成立である。閉ループ条件でなければステップ 912 に進む。

閉ループ条件が満たされていれば、ステップ 906 に進む。ステップ 906 では、下流側 O₂ センサ 15 の出力 V_2 を A/D 変換して取込み、ステップ 907 にて V_2 が比較電圧 V_{11} たとえば 0.55V 以下か否かを判別する。つまり、空燃比がリッチかリーンかを判別する。なお、比較電圧 V_{11} は触

媒コンバータ 12 の上流、下流で生ガスの影響による出力特性が異なることおよび劣化速度が異なること等を考慮して上流側 O₂ センサ 13 の出力の比較電圧 V_{11} より高く設定される。この結果、 $V_2 \leq V_{11}$ (リーン) であれば、ステップ 908 に進み、他方、 $V_2 > V_{11}$ (リッチ) であればステップ 909 に進む。ステップ 908 ではリッチスキップ量 RSR を比較的小さい値 ΔRS だけ増加させ、他方、ステップ 909 ではリッチスキップ量 RSR を値 ΔRS だけ減少させる。なお、ステップ 908、909 での積分量 ΔRS は異ならせてよく、可変としてもよい。ステップ 910 は、上述のごとく演算された RSR のガード処理を行うものであり、たとえば最小値 MIN = 2.5%、最大値 MAX = 7.5% にてガードする。なお、最小値 MIN は過渡追従性がそこなわれないレベルの値であり、また、最大値 MAX は空燃比変動によりドライバビリティの悪化が発生しないレベルである。

ステップ 911 では、リッチスキップ量 RSL を、
 $RSL \rightarrow 10\% - RSR$

にて演算する。つまり、 $RSR + RSL = 10\%$ である。

上述のごとく演算された RSR は RAM105 に格納された後に、ステップ 912 にてこのルーチンは終了する。

第 10 図は噴射量演算ルーチンであって、所定期ランク角毎たとえば 360° CA 每に実行される。ステップ 1001 では、燃料カットフラグ XFC が "0" か否かを判別し、XFC = "1" であればステップ 1008 に直接進み、燃料噴射を実行しない。他方、XFC = "0" であればステップ 1002 に進む。ステップ 1002 では、RAM105 により吸入空気量データ Q および回転速度データ N_r を読出して基本噴射量 TAUP を演算する。たとえば、 $TAUP = \alpha \cdot Q/N$ 。（ α は定数）とする。ステップ 1003 にて RAM105 により冷却水温データ THW を読出して ROM 104 に格納された 1 次元マップにより暖機增量値 FWL を補間計算する。この暖機增量値 FWL は、図示のごとく、現在の冷却水温 THW が上昇するに従って小さくなるように設定されている。次に、

ステップ1004では、負荷たとえば一回転当たりの吸入空気量 Q/N 。およびフルスイッチ18の出力信号 V_L に応じて出力増量値 $FPOWER$ をROM104に格納された2次元マップにより演算し、ステップ1005では、負荷たとえば一回転当たりの吸入空気量 Q/N 。および回転速度 N 。に応じてOTP増量値 $FOTP$ をROM104に格納された2次元マップにより演算する。なお、OTP増量値 $FOTP$ は高負荷における触媒コンバータ、排気管等の加熱を防ぐためのものである。そして、ステップ1006では、最終噴射量 TAU を、 $TAU = TAUP \cdot FAF \cdot (FWL + FPPOWER + FOTP + \beta + 1) + \tau$ により演算する。なお、 β 、 τ は他の運転状態パラメータによって定まる補正量であり、たとえば図示しないスロットル位置センサからの信号、あるいは吸気温センサからの信号、バッテリ電圧等により決められる補正量であり、これらもRAM105に格納されている。次いで、ステップ1007にて、噴射量 TAU をダウンカウンタ108にセットすると共にフリップフロップ109をセットして燃料噴射を開始させる。そして、

ステップ1008にてこのルーチンは終了する。なお、上述のごとく、噴射量 TAU に相当する時間が経過すると、ダウンカウンタ108のキャリアアウト信号によってフリップフロップ109がリセットされて燃料噴射は終了する。

第11図は触媒劣化判別ルーチンであって、所定時間たとえば4ms毎に実行される。ステップ1101では、出力増量値 $FPOWER$ により出力増量状態か否かを判別する。ここで出力増量状態としては値 $FPOWER$ の大小は問わない。出力増量状態でなければ ($FPOWER = 0$)、ステップ1112～1115のフローが実行され、出力増量状態であれば ($FPOWER \neq 0$)、ステップ1102以降のフローに進む。

なお、ステップ1101での出力増量値 $FPOWER$ の代りにOTP増量値 $FOTP$ を用いてもよい。

ステップ1112～1114は出力増量状態になった時点での下流側 O_2 センサ15の出力 V_{15} がリーンことが確認された場合のみ触媒劣化判別を実行するための触媒劣化判別実行フラグ $XEBE$ をセットする ("1") ものためのものである。すなわち、

ステップ1112にて下流側 O_2 センサ15の出力 V_{15} をA/D変換して取込み、ステップ1113 $V_{15} \leq V_{15}$ か否か、すなわち、触媒下流の空燃比がリーンか否かを判別する。この結果、リーンであればステップ1114にて実行フラグ $XEBE$ をセットし ("1")、リッチであれば実行フラグ $XEBE$ をリセットする ("0")。そして、ステップ1116にカウンタ CNTをクリアしてステップ1117に進む。

出力増量状態に切替わると、ステップ1101でのフローはステップ1102に進み、触媒劣化判別実行フラグ $XEBE$ が "1" か否かを判別する。この結果、 $XEBE = "0"$ であればステップ1116に直接進み、触媒劣化判別を行わず、他方、 $XEBE = "1"$ であればステップ1103以降に進み、触媒劣化判別を行う。

ステップ1103では、上流側 O_2 センサ13の出力 V_{13} をA/D変換して取込み、ステップ1104にて $V_{13} \geq 0.8 V$ (リッチ) か否かを判別する。なお、比較電圧を V_{13} より高く $0.8 V$ としたのは、上流側 O_2 センサ13のチップ判定は、通常、出

力 V_{13} が V_{13} を横切ったか否かによって行われているが、この上流側 O_2 センサ13が劣化し、上流側 O_2 センサ13の出力 V_{13} が不安定となると、触媒上流の空燃比がリーンであるにもかかわらずリッチ誤判定をするため、比較電圧を V_{13} より比較的高い値に設定することで誤判定を防止するためである。 $V_{13} \geq 0.8 V$ の場合のみステップ1105に進む。

ステップ1105では、下流側 O_2 センサ15の出力 V_{15} をA/D変換して取込み、ステップ1106にて $V_{15} \geq 0.8 V$ (リッチ) か否かを判別する。なお、比較電圧を V_{15} より高く $0.8 V$ としたのは、上述の同一理由である。この結果、 $V_{15} < 0.8 V$ のときには、ステップ1107にてカウンタ CNTを +1 カウントアップして時間計測する。 $V_{15} \geq 0.8 V$ となった時点でステップ1106でのフローはステップ1108に進む。

このように、カウンタ CNTは、触媒劣化判別実行フラグ $XEBE = "1"$ のもとで $V_{15} \geq 0.8 V$ になった時点から $V_{15} \geq 0.8 V$ になった時点までの

時間を計測する。この時間は三元触媒のO₂ストレージ効果すなわち三元触媒の劣化度に依存する。すなわち、三元触媒が劣化せず、O₂ストレージ効果が大であれば、この時間は大きく、他方、三元触媒が劣化してO₂ストレージ効果が小であれば、この時間は小さい。

従って、ステップ1108にて CNT ≤ m (所定値) であれば、三元触媒は劣化したものとみなし、ステップ1109では、劣化診断フラグ XDIAG をセットし ("1") 、ステップ1110にてバックアップ RAM106 に格納し、ステップ1111にてアラーム 19 を付与する。他方、CNT ≥ m であればステップ1116に直接進む。

そして、ステップ1116を介してステップ1117にて第11回のルーチンは終了する。

第12図、第13図は第11図のフローチャートを捕足説明するためのタイミング図である。第12図は三元触媒が正常な場合を示す。すなわち、時刻 t₀ にて明瞭なリッチ状態である出力増量状態に入ると、その時点 t₀ での触媒下流の空燃比

が明瞭なリーン状態か否かを示す下流側 O₂ センサ 15 の出力 V₂ により設定された触媒劣化判別フラグ XEXB が "1" の条件のもとで触媒劣化判別が開始される。すなわち、カウンタ CNT は明瞭なリーン状態 (時刻 t₁) から明瞭なリッチ状態 (時刻 t₂) までの強制的な移行時間を計測する。第12図の場合には、この期間が大きいので、第11図のステップ1108でのフローはステップ1116に直接進み、アラームは発生しない。他方、第13図は三元触媒が劣化した場合を示す。この場合には、明瞭なリーン状態 (時刻 t₁) から明瞭なリッチ状態 (時刻 t₂) までの強制的な移行時間が小さく、第11図のステップ1108でのフローはステップ1109に進み、アラームが発生する。

第14図も触媒劣化判別ルーチンであり、第11図の場合とは逆に、明瞭なリーン状態である燃料カットへ移行の際の三元触媒への O₂ ストレージ時間により三元触媒の劣化度を判別する。すなわち、ステップ1401では、燃料カットフラグ XFC により燃料カット状態か否かを判別する。

燃料カット状態でなければ (XFC = "0") 、ステップ1412～1415のフローが実行され、燃料カット状態であれば (XFC = "1") 、ステップ1402以降のフローに進む。

ステップ1412～1414は燃料カット状態になった時点での下流側 O₂ センサ 15 の出力 V₂ がリッチことが確認された場合のみ触媒劣化判別を実行するための触媒劣化判別実行フラグ XEXB をセットする ("1") ものためのものである。すなわち、ステップ1412にて下流側 O₂ センサ 15 の出力 V₂ を A/D 変換して読み込み、ステップ1413にて V₂ > V₁₂ か否か、すなわち、触媒下流の空燃比がリッチか否かを判別する。この結果、リッチであればステップ1414にて実行フラグ XEXB をセットし ("1") 、リーンであれば実行フラグ XEXB をリセットする ("0") 。そして、ステップ1416にカウンタ CNT をクリアしてステップ1417に進む。

燃料カット状態に切替わると、ステップ1401でのフローはステップ1402に進み、触媒劣化判別実

行フラグ XEXB が "1" か否かを判別する。この結果、XEXB = "0" であればステップ1416に直接進み、触媒劣化判別を行わず、他方、XEXB = "1" であればステップ1403以降に進み、触媒劣化判別を行う。

ステップ1403では、上流側 O₂ センサ 13 の出力 V₁ を A/D 変換して読み込み、ステップ1404にて V₁ ≤ V₁₂ (リーン) か否かを判別する。なお、この場合も、比較電圧を V₁₂ より低くして上流側 O₂ センサ 13 の出力 V₁ が不安定となつても誤判別を防止するすることが可能である。V₁ ≤ V₁₂ の場合のみステップ1405に進む。

ステップ1405では、下流側 O₂ センサ 15 の出力 V₂ を A/D 変換して読み込み、ステップ1406にて V₂ ≤ V₁₂ (リーン) か否かを判別する。なお、上述と同一理由により比較電圧を V₁₂ より低くしてもよい。この結果、V₂ > V₁₂ のときには、ステップ1407にてカウンタ CNT を +1 カウントアップして時間計測する。V₂ ≤ V₁₂ となった時点で、ステップ1406でのフローはステップ1408に進

む。

このように、カウンタ CNT は、触媒劣化判別実行フラグ XEXB = "1" のもとで $V_1 \leq V_{12}$ になった時点から $V_2 \leq V_{12}$ になった時点までの時間を計測する。この時間も三元触媒の O₂ ストレージ効果すなわち三元触媒の劣化度に依存する。すなわち、三元触媒が劣化せず、O₂ ストレージ効果が大であれば、この時間は大きく、他方、三元触媒が劣化して O₂ ストレージ効果が小であれば、この時間は小さい。

従って、ステップ1408にて CNT ≤ m (所定値) であれば、三元触媒は劣化したものとみなし、ステップ1409では、劣化診断フラグ XDIAG をセットし ("1") 、ステップ1410にてバックアップ RAM106 に格納し、ステップ1411にてアラーム19 を付勢する。他方、CNT ≥ m であればステップ 1416 に直接進む。

そして、ステップ1416を介してステップ1417にて第14回のルーチンは終了する。

第15図、第16図は第14図のフローチャー

トを補足説明するためのタイミング図である。第15図は三元触媒が正常な場合を示す。すなわち、図示のごとく、車速 SPD および直荷 Q/N e が変化し、時刻 t₀ にて明瞭なリーン状態である燃料カット状態に入ると、その時点 t₀ での触媒下流の空燃比が明瞭なリッチ状態か否かを示す下流側 O₂ センサ 15 の出力 V₁ により設定された触媒劣化判別フラグ XEXB が "1" の条件のもとで触媒劣化判別が開始される。すなわちカウンタ CNT は明瞭なリッチ状態 (時刻 t₁) から明瞭なリーン状態 (時刻 t₂) までの強制的な移行時間を計測する。

第15図の場合には、この期間が大きいので、第14図のステップ1408でのフローはステップ 1416 に直接進み、アラームは発生しない。他方、第16図は三元触媒が劣化した場合を示す。この場合には、明瞭なリッチ状態 (時刻 t₁) から明瞭なリーン状態 (時刻 t₂) までの強制的な移行時間が小さく、第14図のステップ1408でのフローはステップ1409に進み、アラームが発生する。

なお、第11図のルーチンおよび第14図のルーチンを組合せることも可能である。すなわち、明瞭なリーン状態 (XEXB = "1") から明瞭なリッチ状態 (FPOWER ≠ 0 もしくは FOTP ≠ 0) への移行の際の下流側 O₂ センサ 15 の出力 V₁ のリッチへの反転時間 T A を求め (第11図のルーチン) 、また、明瞭なリッチ状態 (XEXB = "1") から明瞭なリーン状態 (XF C = "1") への移行の際の下流側 O₂ センサ 15 の出力 V₁ のリーンへの反転時間 T B を求め (第14図のルーチン) 、時間 T A 、 T B の和 T A + T B により三元触媒の劣化度を判別できる。すなわち、この場合、値 T A 、 T B に比較して T A + T B の方が大きく、従って、三元触媒の劣化判別の精度が高くなる。

なお、上述の実施例において、触媒劣化が判別されたときには、下流側 O₂ センサ 15 による閉ループを停止してもよく、これにより、エミッションの悪化を未然に防止できる。

また、第1の空燃比フィードバック制御は 4 ms 每に、また、第2の空燃比フィードバック制御は

512 ms 毎に行われるのは、空燃比フィードバック制御の応答性の良い上流側 O₂ センサによる制御を主にして行い、応答性の悪い下流側 O₂ センサによる制御を従にして行うためである。

また、上流側 O₂ センサによる空燃比フィードバック制御における他の制御定数、たとえば遅延時間、積分定数、上流側 O₂ センサの比較電圧 (参照: 特開昭55-37562号公報) 等を下流側 O₂ センサの出力により補正するダブル O₂ センサシステムあるいは第2の空燃比補正係数を導入したダブル O₂ センサシステムにも、本発明を適用しえる。

また、吸入空気量センサとして、エアフローメータの代りに、カルマン渦センサ、ヒートワイヤーセンサ等を用いることもできる。

さらに、上述の実施例では、吸入空気量および機関の回転速度に応じて燃料噴射量を演算しているが、吸入空気圧および機関の回転速度、もしくはスロットル弁開度および機関の回転速度に応じて燃料噴射量を演算してもよい。

さらに、上述の実施例では、燃料噴射量により吸気系への燃料噴射量を制御する内燃機関を示したが、キャブレタ式内燃機関にも本発明を適用し得る。たとえば、エレクトリック・エア・コントロールバルブ(BACV)により機関の吸入空気量を調整した空燃比を制御するもの、エレクトリック・ブリード・エア・コントロールバルブによりキャブレタのエアブリード量を調整してメイン系通路およびスロー系通路への大気の導入により空燃比を制御するもの、機関の排気系へ送りこまれる2次空気量を調整するもの、等に本発明を適用し得る。この場合には、ステップ1002における基本噴射量TAUP相当の基本燃料噴射量がキャブレタ自身によって決定され、すなわち、吸入空気量に応じた吸気管負圧と機関の回転速度に応じて決定され、ステップ1004にて最終燃料噴射量TAUに相当する供給空気量が演算される。

さらに、上述の実施例では、空燃比センサとしてO₂センサを用いたが、COセンサ、リーンミクスチャセンサ等を用いることもできる。

さらに、上述の実施例はマイクロコンピュータなどディジタル回路によって構成されているが、アナログ回路により構成することもできる。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、三元触媒の劣化を精度よく制御できる。

4. 図面の簡単な説明

第1A図～第1C図は本発明の構成を説明するための全体ブロック図、

第2図はシングルO₂センサシステムおよびグループO₂センサシステムを説明する排気エミッション特性図、

第3図は三元触媒のO₂ストレージ効果を説明するグラフ図、

第4図は本発明に係る内燃機関の空燃比制御装置の一実施例を示す全体概略図、

第5図、第6図、第9図、第10図、第11図、第14図、は第4図の制御回路の動作を説明するためのフローチャート、

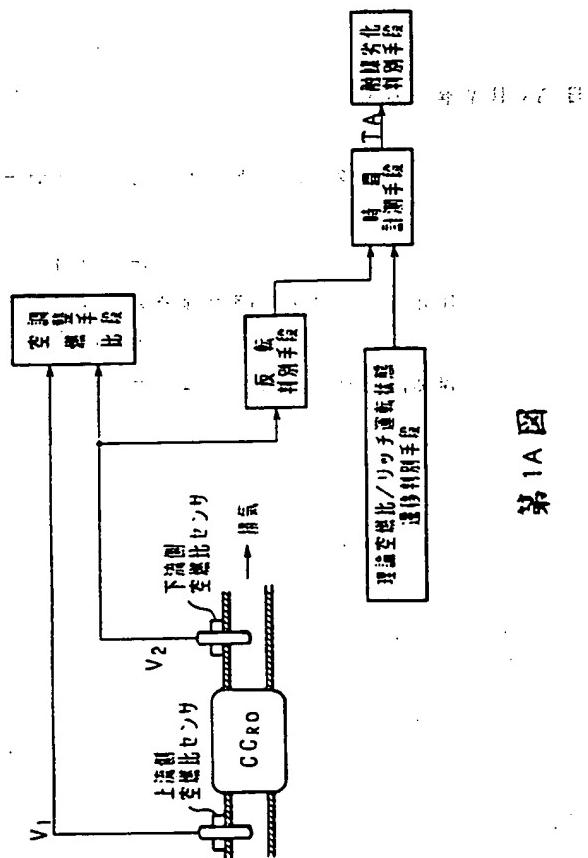
第7図は第6図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図、

第8図は第5図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図、

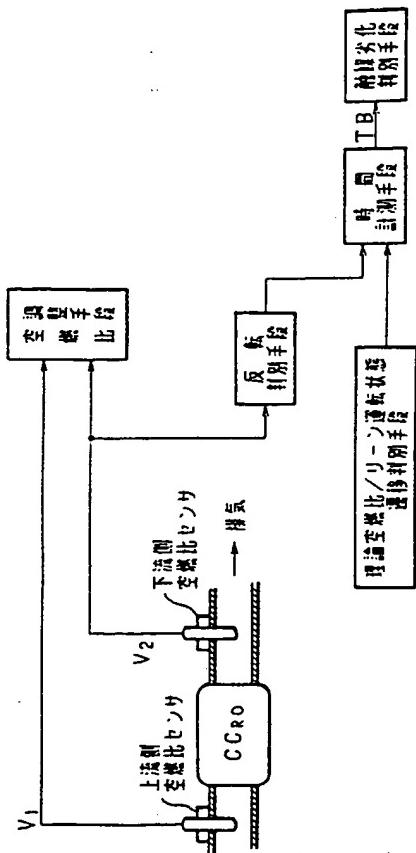
第12図、第13図は、第11図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図、

第15図、第16図は第14図のフローチャートを補足説明するためのタイミング図である。

- 1…機関本体、 3…エアフローメータ、
- 4…ディストリビューター、
- 5・6…クランク角センサ、
- 10…制御回路、 12…触媒コンバータ、
- 13…上流側O₂センサ、
- 15…下流側O₂センサ、
- 17…アイドルスイッチ、
- 18…フルスイッチ。

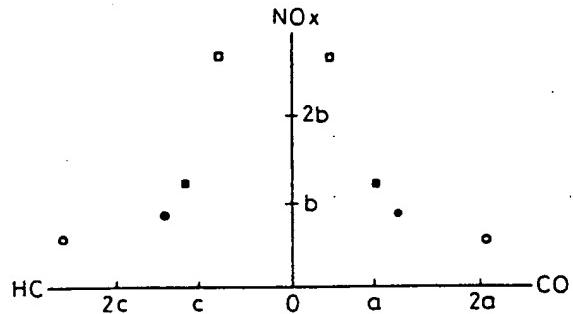


第1A図

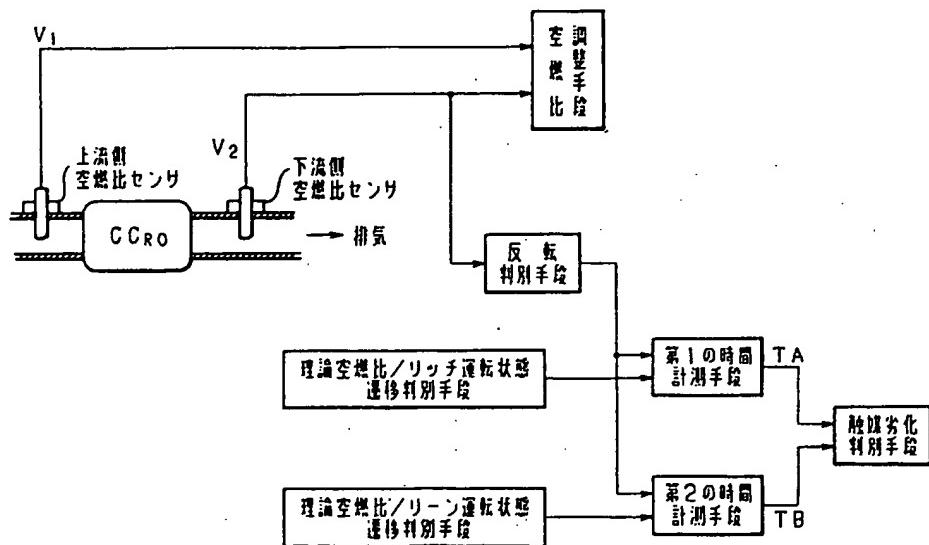


第1B図

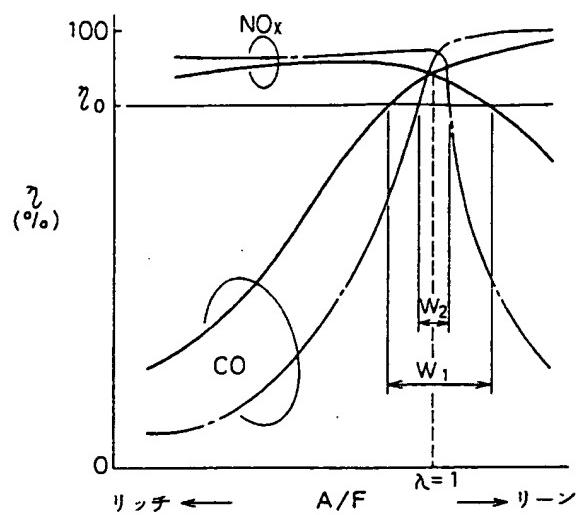
○ ○ …… 最悪なシングルO₂システム
● ● …… ダブルO₂システム



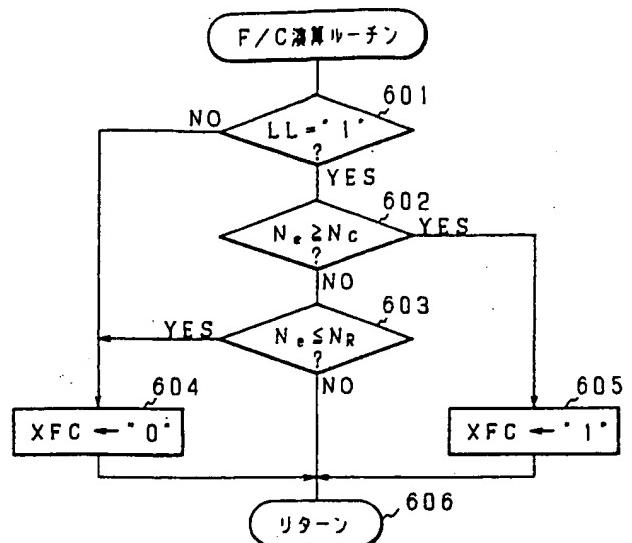
第2図



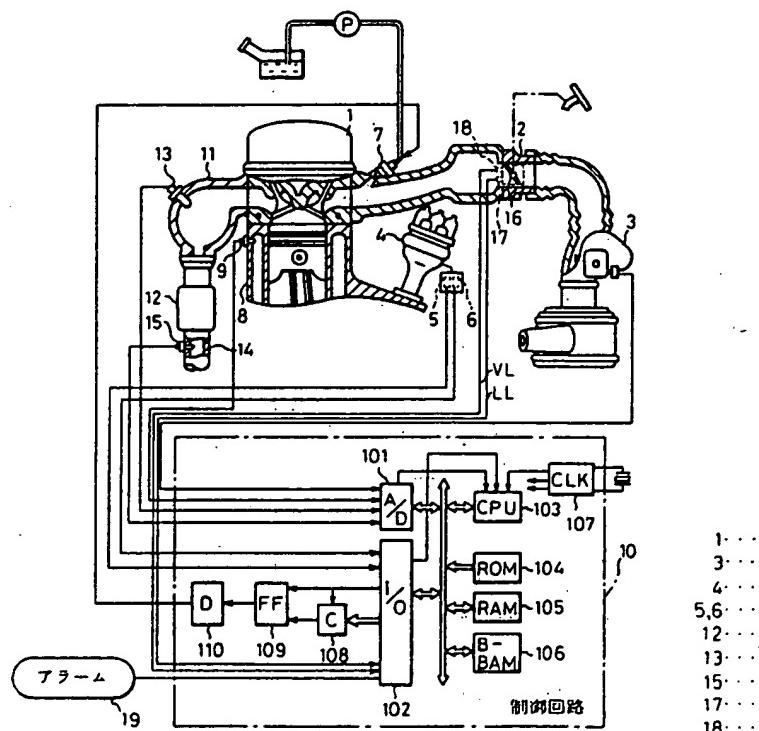
第1C図



第3図

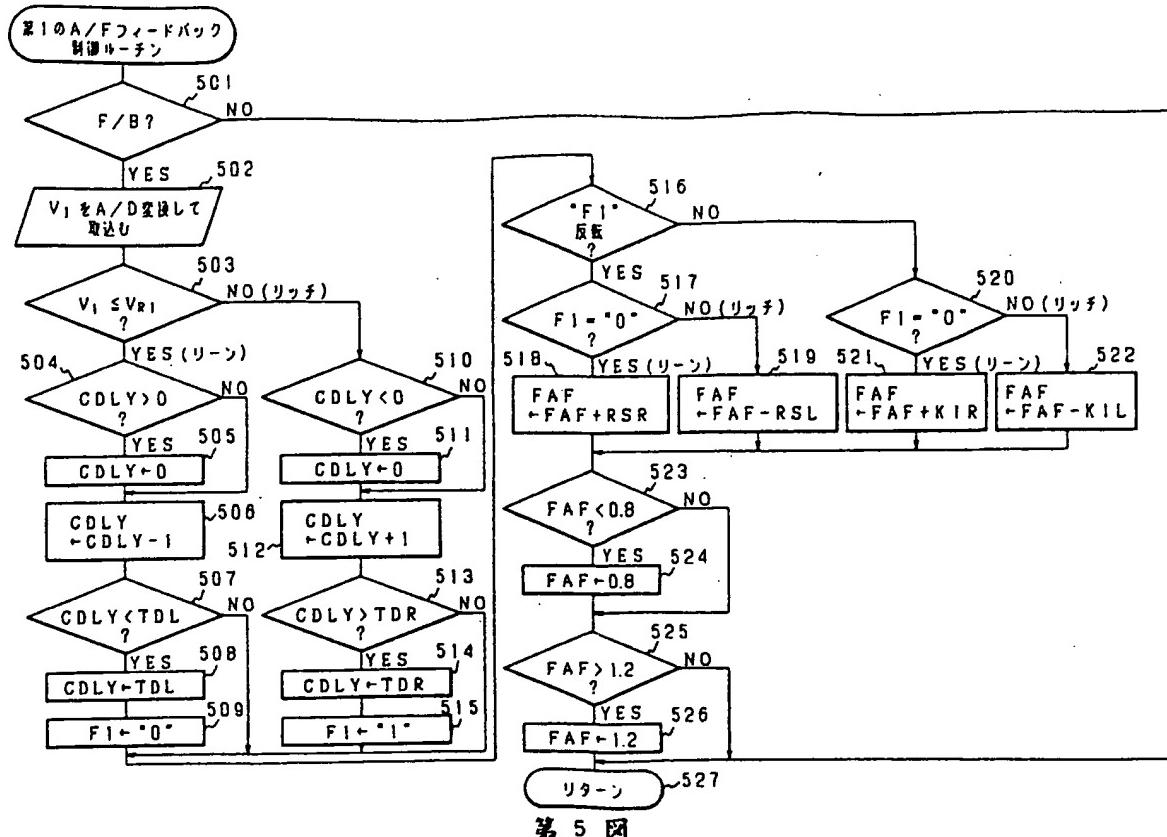


第6図

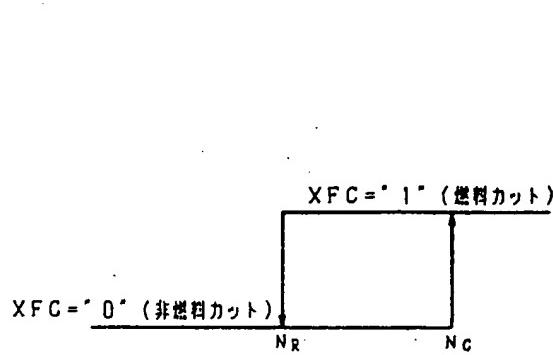


第4図

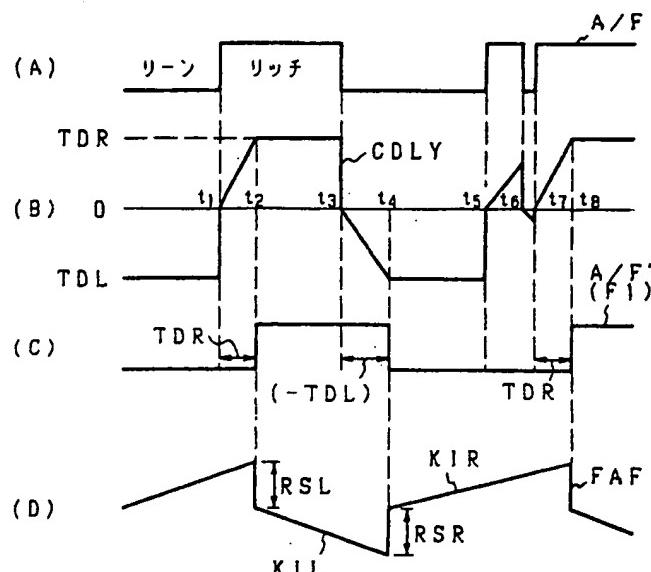
- 1...機関本体
- 3...エアフローメータ
- 4...ディストリビュータ
- 5,6...クランク角センサ
- 12...触媒コンバーター
- 13...上流側O₂センサ
- 15...下流側O₂センサ
- 17...アイドルスイッチ
- 18...フルスイッチ



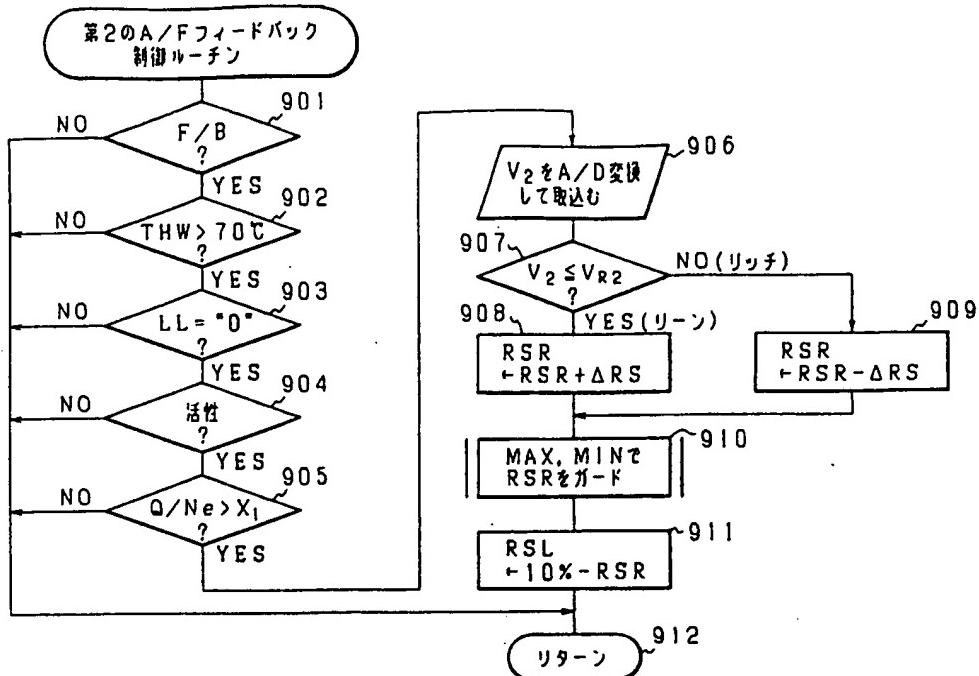
第5図



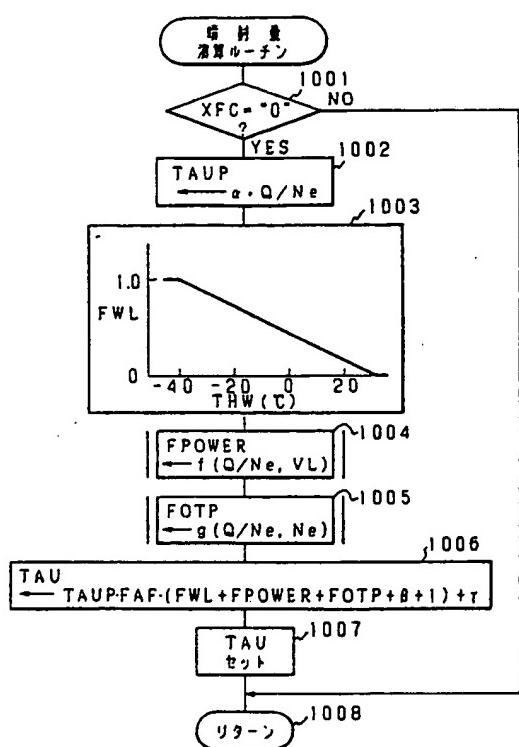
第7図



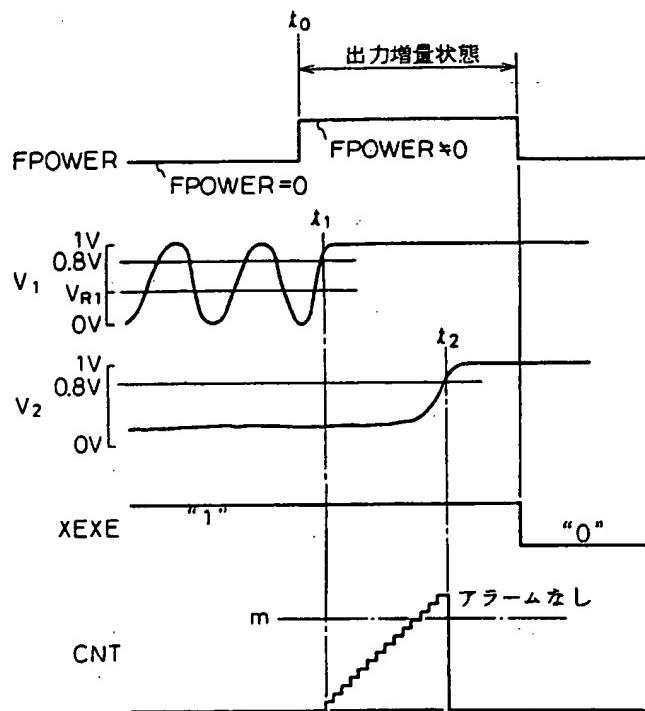
第8図



第9図

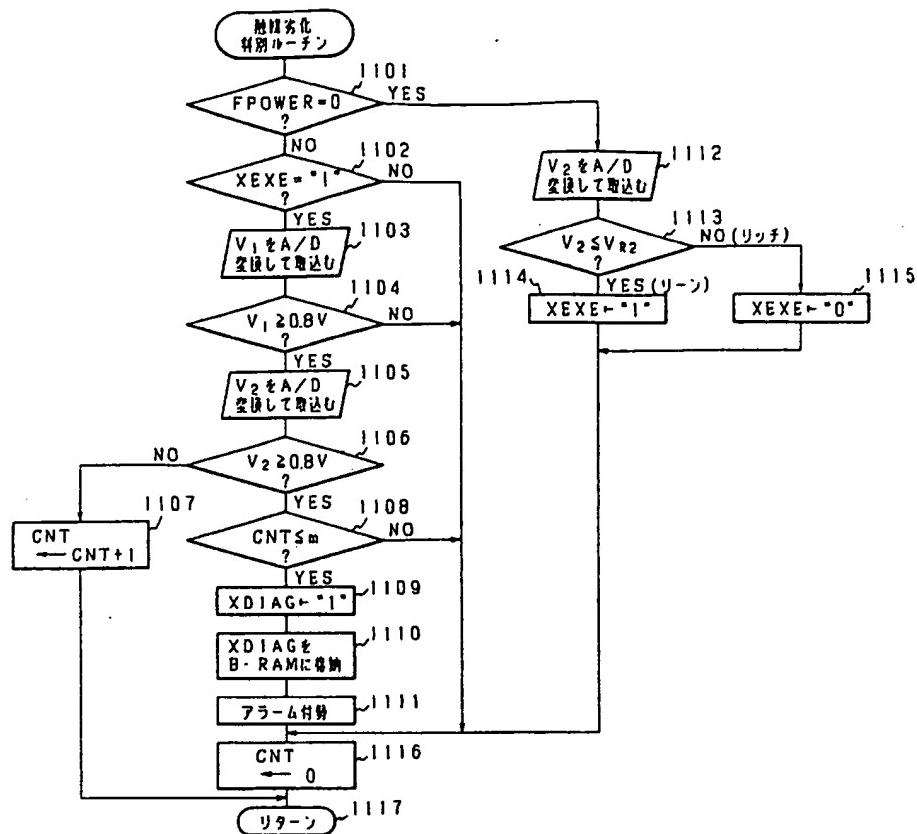


第10図

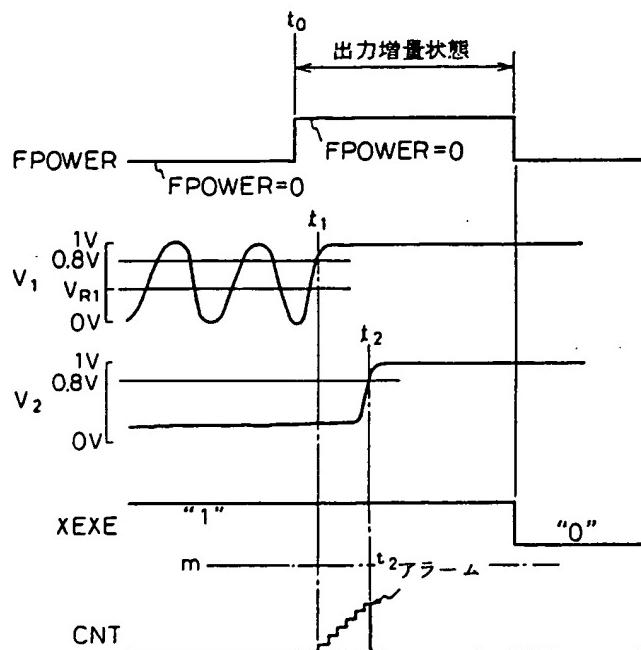


触媒正常の場合

第12図

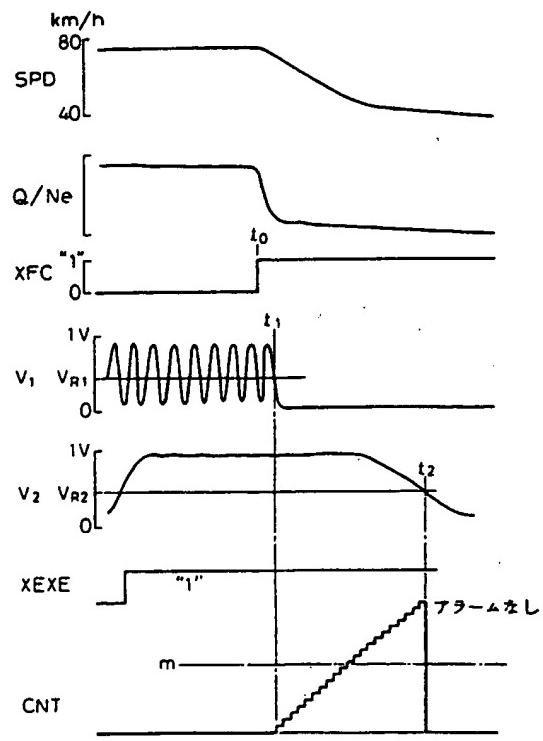


第 11 図



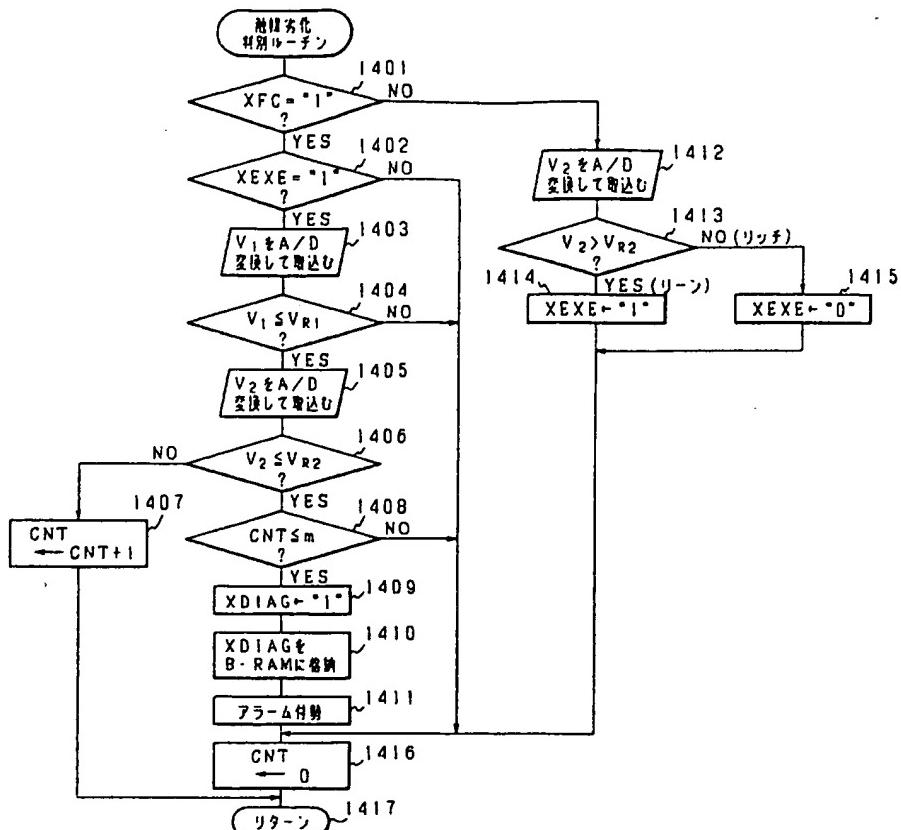
触媒劣化の場合

第 13 図



触媒正常の場合

第 15 図



第14図

手続補正書(自発)

平成1年7月10日

特許庁長官 吉田文毅

1. 事件の表示

昭和63年特許願第179155号

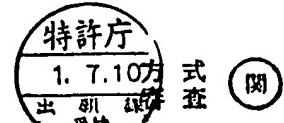
2. 発明の名称

内燃機関の触媒劣化判別装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

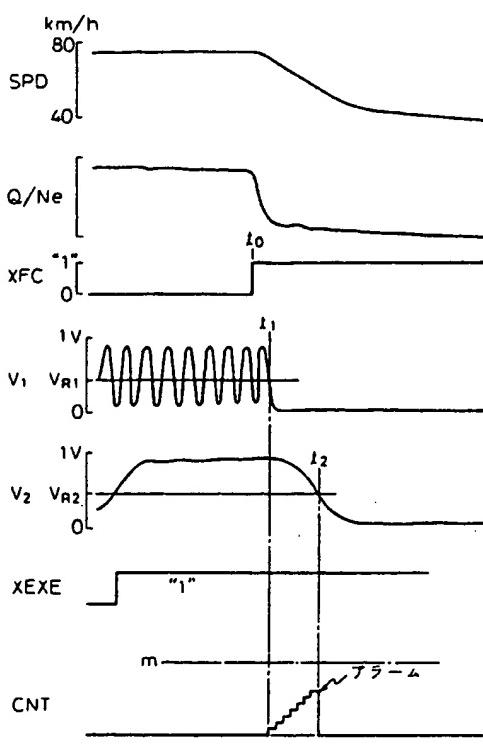
名称 (320) トヨタ自動車株式会社



4. 代理人

住所 〒105 東京都港区虎ノ門一丁目8番10号

静光虎ノ門ビル 電話 504-0721

氏名 弁理士 (6579) 青木朗
大青会
印博士
(外4名)

触媒劣化の場合

第16図

5. 指正の対象

(1) 明細書の「発明の詳細な説明」の欄

6. 指正の内容

(1) 明細書第33頁第20行目「チップ」を「リッ
チ」と指正する。

(2) 明細書第35頁第15行目「第11回」を「第11
回」と指正する。

(3) 明細書第37頁第15行目「実行」の前に「ス
テップ1415にて」を挿入する。

(4) 明細書第39頁第19行目「第14回」を「第14
回」と指正する。

(5) 明細書第40頁第1行目「補足」を「補足」
と指正する。

(6) 明細書第40頁第3行目「直荷」を「負荷」
と指正する。

THIS PAGE BLANK (USPTO)